Hamburg
Lane Medical Library

ÜBER DIE KOHLENSÄUREATMUNG.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

HAMBURGISCHEN UNIVERSITÄT

VORGELEGT VON

MILANIUS DE ALMEIDA.

1929

GEDRUCKT BEI RIEFLING & WEINGÄRTNER, HAMBURG 20

NIENDORFERSTRASSE 136

Referent: Prof. Dr. Brauer.

Disposition.

Seite

A. Einleitung.
(Literaturübersicht und Ziel der Untersuchung) 5
B. Angewandte Methoden.
a) Die Spirometrie..... 6
b) Die gasanalytische Kontrolle der eingeatmeten Luftgemische 9
C. Spezielle Versuchsanordnung 13
D. Die Kohlensäureatmung bei Normalen..... 14
E. Die Kohlensäureatmung bei Kranken..... 17
a) bei Asthma bronchiale.. 17
b) Herzfälle..... 17
Zusammenfassung..... 18

30X-25

A.

Einleitung.

Literaturübersicht und Ziel der Untersuchung.

Ueber die Beeinflussung der Atmung durch Kohlensäure liegen schon einige Untersuchungen vor. Es handelt sich vor allem um Untersuchungen an Normalen. In den bekannten pharmakologischen und klinischen Lehrbüchern werden verschiedene Angaben gemacht. So gibt *Poulsson (Lehrbuch der Pharmakologie, 8. Aufl., Leipzig 1928)* z. B. an, daß bei einer Kohlensäurekonzentration von 20 % in der Einatmungsluft die Atmung infolge Erregung des Atemzentrums rascher wird. Bei noch höherem CO_2-Gehalt werden die Atembewegungen oberflächlicher, allmählich kaum sichtbar und hören schließlich ganz auf, während das Herz noch weiter schlägt. Nach *Brugsch (Lehrbuch der Herz- und Gefäßerkrankungen, Berlin 1929)* tritt Dyspnoe auf, wenn die Einatmungsluft 6—7 % CO_2 enthält. Bei Herzkranken tritt sie bereits bei niedrigeren Werten auf. Wie meine Untersuchungen zeigen, ist bei Normalen eine Beeinflussung der Atmung schon bei weit geringerem CO_2-Gehalt zu erwarten. In Hinblick auf verschiedene klinische Fragen erschien eine sorgfältige Prüfung der unteren Grenze der genannten CO_2-Wirkung wertvoll. Wird doch bei dyspnoischen Zuständen die Atemsteigerung vor allem auf den CO_2-Anstieg im Blut zurückgeführt *(Meyer-Gottlieb, Experimentelle Pharmakologie, Berlin 1925)*. Die Abnahme des O_2-Gehaltes des Blutes genügt nicht, die bei ausgeprägten Fällen erheblichen Volumina zu erklären. Durch Einatmung von CO_2 kann der CO_2-Anstieg im Blut experimentell nachgeahmt werden.

So hoffte ich denn, durch meine Untersuchungen einen kleinen Beitrag zur Dyspnoefrage zu liefern. Aus manchen anderen Gründen interessierte uns noch die Einwirkung der Kohlensäure auf die Atmung. Es sei nur erinnert an die Frage der Pendelluft bei Gasstoffwechselapparaten *(s. Knipping und Rona, Praktikum der physiologischen Chemie, Band III, Stoff- und Energiewechsel, Berlin 1928)*. Es sei auch erinnert an die Gasschutzgeräte, für welche eine genaue Kenntnis der Atmungsänderung durch die Kohlensäuremengen, welche der Bindung

entgehen, wichtig ist; vor allem interessiert dabei die Wirkung geringer Kohlensäurekonzentrationen. Das letztere gilt auch für die Gasnarkose. Man kann durch Zumischung von CO_2 die Narkosegasaufnahme und auch hernach die Auslüftung fördern.

Um eine exakte Bestimmung der Kohlensäurebeimengung bei der Gasnarkose zu erreichen, müssen wir wissen, um welche Beträge die Atmung durch die verschiedenen Kohlensäurekonzentrationen geändert wird.

Löwy (Pflügers Archiv 1890 Bd. 47 S. 601) hat die Aenderung der Atmung nach Kohlensäurezufuhr als Test zur pharmakologischen Prüfung der Einwirkung von Morphium etc. auf die Erregbarkeit des Atemzentrums benutzt.

In analoger Weise haben wir eine Reihe von Normalen untersucht, um nicht nur Normen der Reaktionsweise, sondern auch individuelle, konstitutionell bedingte Abweichungen zu finden. Schließlich sollte die durch Krankheiten bedingte Aenderung der Reaktionsweise untersucht werden. Beim Asthma bronchiale war noch eine besondere therapeutische Erwägung maßgebend. Auf Anregung von *Dr. Knipping* ließ sich eine therapeutische Einwirkung im Anfall möglicherweise spirometrisch ermitteln. Psychotherapeutische Einwirkungen, die zu Täuschungen Anlaß geben konnten, konnten dadurch ausgeschlossen werden, daß man erst einige Zeit nach der Atmung von normaler Luft CO_2 in die spirometrische Apparatur einleitete.

B.

Angewandte Methoden.

a) Die Messung und Registrierung der Atmung.

Die Spirometrie ist in mancher Hinsicht von Bedeutung für die Klinik, es sei nur erinnert an den ganz typischen Ablauf der Atmung bei Asthma bronchiale, bei Pneumonie, speziell bei pleuritischen Komplikationen, an das typische Verhältnis der Gesamtkapazität zu Reserveluft bei Emphysem, an die Erkennung geringer Grade von Cheyne Stokescher Atmung etc.

Die bisher angewandten Methoden genügen kaum den Ansprüchen, die wir heute an eine exakte Spirometrie stellen

müssen. Das von vielen Autoren bisher benutzte Hutchinson-Spirometer genügt nicht, weil die Versuche nur kurze Zeit ausgeführt werden können und sich unmittelbar nach Einschalten des Patienten die CO_2 im Spirometer ansammelt und dadurch die Atmung von vornherein wesentlich verändert wird. *Anthony (Brauers Beiträge zur Klinik der Tuberkulose Bd. 67 1927)* fordert deshalb für die klinische Spirometrie: „Die notwendige Apparatur muß vor allem langdauernde Versuche ermöglichen, unter Wahrung natürlicher Allgemein- und Atembedingungen. Die Atmung darf nicht behindert werden durch Widerstände, durch Stenosen, durch Vergrößerung des schädlichen Raumes, durch Kohlensäureanreicherung usw. Außerdem muß sich der Patient in einer besonderen Ruhelage befinden." *Anthony* benutzte aus diesen Gründen schon den Stoffwechselapparat von *Knipping* für die klinische Spirometrie. Ich habe denselben auch für meine Zwecke benutzt, vor allem auch, weil feinere Einwirkungen der CO_2 auf die Atmung nur erkannt werden können, wenn die Atmung ganz ungehindert verläuft.

Da einige technische Einzelheiten von *Knipping* neuerdings verbessert wurden, aber noch nicht publiziert sind, soll diese spirometrische Technik in der jetzt definitiv vorliegenden Form hier eine zusammenfassende Darstellung finden.

Der Apparat besteht aus einem Spirometer, einer Waschflasche und einer Spezial-Motorrotationspumpe. Die Spirometerbewegungen werden auf eine Kymographiontrommel geschrieben und sind an dieser wie auch am Spirometer sehr genau ablesbar.

Der durch die Pumpenkraft bewirkte Kreislauf der Systemluft geht von der Pumpe durch die Flasche, weiterhin durch das Anschlußstück für den Patienten, das Spirometer und zur Pumpe zurück. Der Patient ist mit Hilfe des Anschlußstückes an den Apparat angeschaltet. Er holt seine Luft aus dem System und gibt sie wieder hinein.

Das Spirometer ist ein besonders für die Zwecke des *Knipping'schen* Respirationsapparates geformtes Gasometer. Aeußerlich ist die hohe schmale Form kennzeichnend. Hierin liegt der Vorteil genauer Ablesung der Skala, da einer Volumeneinheit eine verhältnismäßig große Wegstrecke der Glocke

entspricht. Sehr wesentlich ist ein leichter Gang der Spirometerglocke und ferner deren ausreichende Balanzierung. Geringe Mengen dem Sperrwasser zugegebenen Glyzerins machen den Gang leichter. Die Ausbalanzierung ist notwendig, damit der Luftraum der Glocke immer unter Atmosphärendruck steht.

Der Auftriebsverlust bei hohem Glockenstand ist kompensiert durch ein zweites Gegengewicht, welches die entsprechenden Exkursionen auf der Seite des Hauptgegengewichts macht.

Die Kymographiontrommel ist mit laufendem Registrierband versehen. Um eine vollkommene CO_2-Absorption zu erzielen, ist statt der üblichen Waschflasche des Knipping-Apparates eine Glassinterflasche eingeschaltet *(s. Knipping, Zeitschrift f. d. ges. exper. Med. 1929)*. Bei experimentellen Arbeiten wie der vorliegenden empfiehlt es sich, statt einer zwei Waschflaschen parallel zu schalten. Mit Hilfe eines Sechswegehahns ist es möglich, so zu schalten, daß immer nur eine Flasche sich im System befindet und durch einen leichten Hebelgriff diese Flasche ausgeschaltet und die zweite eingeschaltet wird, ohne daß man das System öffnen muß. Der Vorteil des Verfahrens kommt vor allem dann zur Geltung, wenn viele kleine Versuchsphasen hintereinander ohne Pausen erfaßt werden sollen, was bei fast allen Gaswechselaufgaben sehr erwünscht ist. Die Bohrungen des Sechswegehahnes aus Glas sind so geschliffen, daß Pumpe und Patient abwechselnd über die eine oder andere Waschflasche verbunden sind. Man braucht also nur den Hahn zu drehen und eine neue Flasche einzuschalten. Der Glashahn wird gut eingefettet, und kleine Luftblasen zeigen dann an, wenn bei nicht festem Eindrücken Luft entweichen sollte. Wichtig ist, nur gutes Hahnfett für den Hahn zu benutzen. Reine Vaseline erwies sich als ausreichend. Nach längerem Gebrauch preßt sich schließlich alles Fett heraus. Der Hahn würde undicht werden, wenn man ihn nicht ab und zu neu einfetten würde.

Die große Systemzeichnung der Arbeit *Knipping und Steiger: „Ueber die Wirkung einiger Amine" (Zeitschrift f. d. ges. exper. Med., Bd. 64, H. 5, 1929)* zeigt am besten die Wirkungsweise des Sechswegehahnes. Es handelt sich gewissermaßen um zwei übereinanderliegende Dreiwegehahnbohrungen. Der untere Schenkel der unteren Bohrung ist mit der Pumpe, der rück-

wärtige Schenkel der oberen Bohrung ist mit dem Patienten verbunden. Die beiden anderen Schenkel der unteren Bohrung sind mit den Einlaßstutzen der zwei Waschflaschen, die freien Schenkel der oberen Bohrung sind mit den Auslaßstutzen der Waschflaschen verbunden. Durch Drehung des Hahnes kann man leicht den Kreislauf durch Flasche I oder II leiten.

Durch die Bohrung des Dreiwegehahnes atmet der Patient zunächst Außenluft und gewöhnt sich an das „Angeschlossensein" an einen Apparat. Durch Drehen des Hahnes des Dreiwegehahnes ist er dann mit dem System verbunden und atmet aus dem Apparat. Hat man nicht lange genug gewartet oder beim Einschalten den Patienten beunruhigt, so ist die erste Phase der Atemkurve unregelmäßig und paßt nicht zur übrigen Kurve. Die Umschaltung des Dreiwegehahnes von Außenluft auf den Apparat selbst wird vom Patienten kaum bemerkt.

Bei empfindlichen Patienten läßt man eventuell mehrere Gewöhnungsversuche von je 10 Minuten mit der Apparatatmung vorangehen. Es ist immer darauf zu achten, daß die Atmung in möglichst unbefangener Weise vor sich geht und daß alle nervösen Einflüsse ausgeschaltet werden.

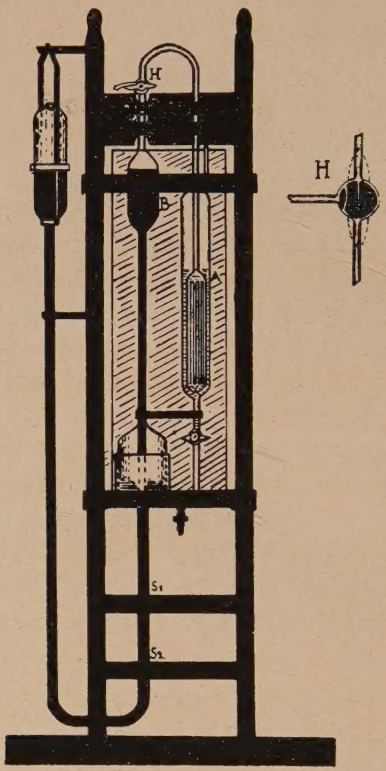
Im übrigen ist die Handhabung dieselbe wie bei dem Gasstoffwechselapparat.

b) Gasanalytische Kontrolle der eingeatmeten Luftgemische.

Die zu analysierenden Proben der Einatmungsluft werden aus der Leitung, welche vom Spirometer zum Patienten führt, entnommen.

Die Analysen wurden ausgeführt in einer von *Knipping* entwickelten Analysenapparatur, die hier erstmalig beschrieben werden soll. Das Analysensystem besteht aus einer Bürette B von genau 60 ccm Inhalt (Meßbürette). Die Bürette verjüngt sich nach oben zu einem engkalibrigen Glasrohr, welches zur CO_2-Absorptionsbürette führt. Das Glasrohr ist mit einem Hahn (H) versehen, der entweder die Verbindung zwischen 60-ccm-Bürette und einer Absorptionsbürette A gestattet oder in seiner anderen Stellung die 60-ccm-Bürette mit dem Schlauch verbindet, der zum Auslaßstutzen des Stoffwechselapparates führt.

Auch sind folgende Verbindungen noch möglich: Bürette—Außenluft, Absorptionsbürette—Außenluft, Gaszufuhrrohr—Außenluft.



Alle diese Verbindungen können durch die zwei Bohrungen des Hahnes hergestellt werden, wie die Detailzeichnung des Hahnes zeigt.

Die Verbindung Gaszufuhrrohr—Außenluft ist erwünscht, um die Leitungen schnell durch geringe Mengen der zu analysierenden Luft ausspülen zu können. Die Verbindung Absorptionsbürette—Außenluft ermöglicht es, den Druck in ersterer leicht auf Atmosphärendruck zu bringen. Das Gleiche gilt für die Verbindung Bürette—Außenluft, welche auch die Bürette auszuleeren erlaubt.

Nach unten läuft die Bürette B aus in ein feines Pipettenrohr, welches unterteilt ist durch 100 Teilstriche. Das Kaliber

dieses Rohres ist so gewählt, daß diese 100 Teilstriche im ganzen 12 % des Büretteninhaltes entsprechen. Es kann also 0,01 leicht geschätzt werden. Der Bereich ist so groß gewählt, daß auch Alveolarluft analysiert werden kann.

Mit dem kalibrierten Glasrohr wird ein kräftiger Schlauch verbunden, der an seinem anderen Ende ein Niveaugefäß trägt. Der Schlauch ist, wie aus der Abbildung zu ersehen, mit zwei Schraubklemmen mit kleinem Triebgewinde (H 1, H 2) versehen. Die Absorptionsbürette, welche konz. KOH aufnimmt, hat die übliche Form. Absorptionsbürette und Meßpipette sind untergebracht in einem großen Wasserbad.

Niveaugefäß, Schlauch und Meßpipette werden mit Quecksilber gefüllt. Während der Analyse wird die Temperatur des Wassers im Thermostaten auf 1/10 Grad genau konstant gehalten. Das Bürettensystem ist leicht aus dem Wasserbad zu nehmen und somit bequem zu reinigen durch folgende Vorrichtung. An das ausgezogene und kalibrierte Pipettenende ist unten eine nach unten offene Glasglocke angeschmolzen. Diese taucht in eine entsprechend geformte tiefe Quecksilberrinne, welche eine Oeffnung im Boden des Wasserbades umgibt. Stellt man dies Bürettensystem in das Wasserbad, so daß der Glockenrand in die Quecksilberrinne taucht, so ist die für das Pipettenende bestimmte Oeffnung im Wasserbadboden wasserdicht verschlossen.

Handhabung der Apparatur.

Zunächst wird der Hahn so gestellt, daß die große gradlinige Bohrung wagerecht steht und eine kleine Menge, etwa 20 ccm der zu analysierenden Luft durch die Leitung gepreßt und diese dadurch ausgewaschen wird. Dann wird der Hahn so gestellt, daß die gekrümmte Bohrung die Meßbürette mit der Außenluft verbindet und das Niveaugefäß gehoben, bis sich die 60-ccm-Bürette ganz mit Quecksilber gefüllt hat und der Hg-Spiegel bis zum Hahn gestiegen ist. Der Dreiwegehahn wird so gestellt, daß nunmehr die ganze Bürette unter Senken des Niveaugefäßes voll Käfigluft gesogen werden kann. Und zwar senkt man, bis das Quecksilberniveau unter 0 % steht, rührt das Wasser des Thermostaten gut durch, liest die

Temperatur gut ab, hebt das Niveaugefäß bis fast 0 %, schließt die Klemme H 2 und kann nun durch Anziehen von Klemme H 1 ganz fein auf 0 % einstellen. Schließlich öffnet man den Hahn zur Außenluft ganz kurz, damit sich der Innendruck mit dem Atmosphärendruck ausgleichen kann. Man stellt den Dreiwegehahn nunmehr so, daß die Bürette mit der Absorptionsbürette verbunden ist, drückt das Gasvolumen in die Absorptionsbürette und wieder zurück. Man wiederholt das Herüberdrücken mehrere Male und stellt schließlich das Niveaugefäß so ein, daß der Spiegel der Kalilauge genau das gleiche Niveau wie am Anfang des Versuches einnimmt (auch bei dieser Feineinstellung kann man sich der Hähne H 1 und H 2 bedienen, indem man, nachdem der Spiegel ungefähr eingestellt ist, H 2 schließt und mit H 1 einreguliert), reguliert die Wassertemperatur und liest ab.

Man wiederholt die ganze Manipulation noch einmal und muß denselben Wert wieder erzielen, sonst war beim ersten Male etwas CO_2 der Absorption entgangen.

Es empfiehlt sich, einen recht kräftigen Schlauch zwischen Meßbürette und Niveaugefäß zu nehmen, da sonst bei der Feinregulierung mit H 1 nach Verschluß von H 2 sich der Schlauch etwas auseinanderpreßt und man nach Ausgleich des Druckes mit der Außenluft noch einmal nachregulieren muß.

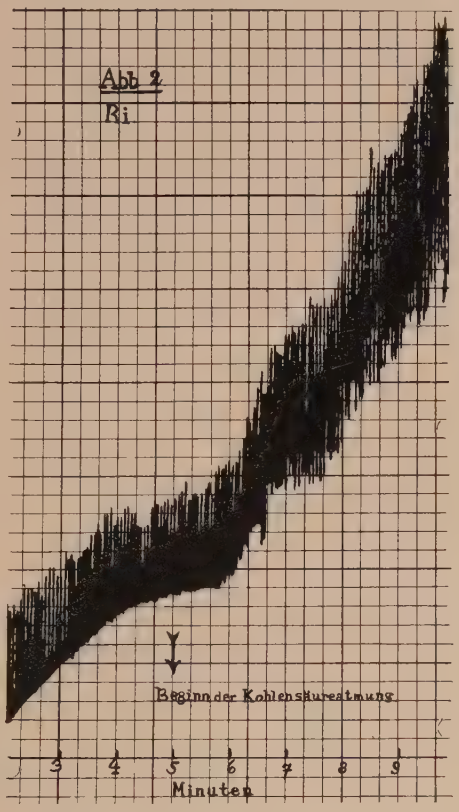
An das Einfüllröhrchen der Absorptionsbürette kann man unter Zwischenschaltung eines Dreiwegehahnes zur Außenluft noch ein Kompensationsvolumen anschließen. Wenn aber, wie bei dieser Apparatur, alles in ein großes Wasserbad eingeschlossen ist und gut gerührt wird, so ist das Kompensationsvolumen für die meisten Zwecke vollkommen überflüssig. Die Temperatur eines großen Wasserbades ändert sich nur sehr langsam, wenn die Differenz: Zimmertemperatur – Wassertemperatur nicht allzu groß ist. Wichtiger ist es, das Wasser des Wasserbades kräftig zu mischen.

Muß neue Kalilauge (47 %) in die Absorptionsbürette eingefüllt werden, so wird die verbrauchte Lauge mit einer Saugpipette entfernt oder mittels eines feinen Gummischlauches, welcher zur Wasserstrahlpumpe führt.

C.

Spezielle Versuchsanordnung.

Der Patient wurde an den Apparat angeschlossen, atmete zunächst durch den Dreiwegehahn Außenluft, dann nach Umstellung des Dreiwegehahnes aus dem Apparat. Es wurde zunächst etwa 5—10 Minuten normale Atmung registriert und



nun von der mit Kalilauge gefüllten Waschflasche auf eine leere Flasche umgeschaltet. Damit steigt dann die Kohlensäure in der Einatmungsluft an. In minutlichen Abständen wurde eine Probe der Einatmungsluft über Quecksilber aufgefangen und der oben beschriebenen Analysenapparatur zugeführt. Um den Kohlensäuregehalt schnell und hoch ansteigen zu lassen, wurde bei einigen Versuchen nach der Vorperiode

mit normaler Atmung reine gewaschene Kohlensäure in solchen Mengen in den Apparat gebracht, daß die Analyse die gewünschten Werte auswies.

Aus den Registrierkurven, von denen eine im Original beigefügt ist, um die Aenderung der Ruhelage zu zeigen, konnte dann die Atemfrequenz abgelesen und das Minutenvolumen bzw. die mittlere Atemtiefe der einzelnen Versuchsabschnitte abgesteckt werden. Diese Werte sind zusammen mit den Ergebnissen der Gasanalyse in je ein Diagramm eingetragen. Das Ende der normalen Atmung, d. h. der Atmung kohlensäurefreier Luft ist durch einen Doppelstrich markiert.

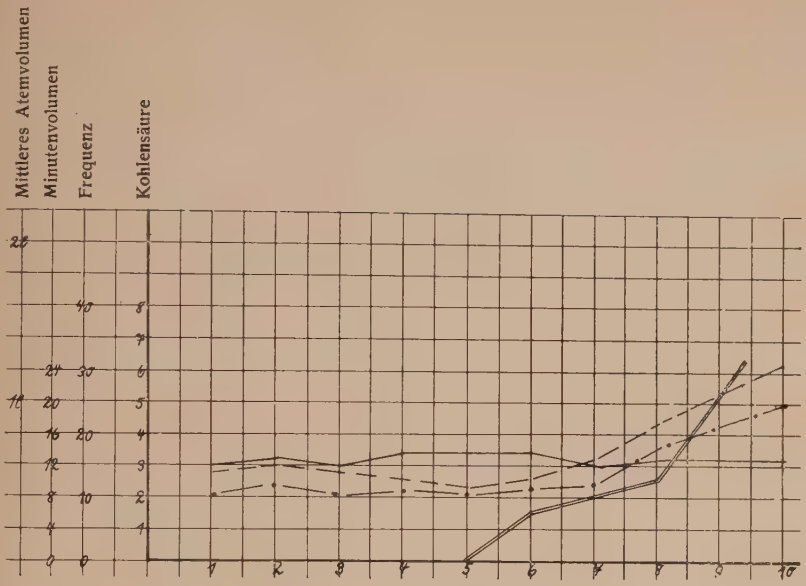
Im ganzen sind 19 Personen untersucht worden, und zwar 10 Normale, 6 Asthmatiker und 3 Herzkranke. Zugunsten der Uebersichtlichkeit und der Raumersparnis sind von den vielen Diagrammen 5 typische hier reproduziert.

D.

Die Kohlensäureatmung beim Normalen.

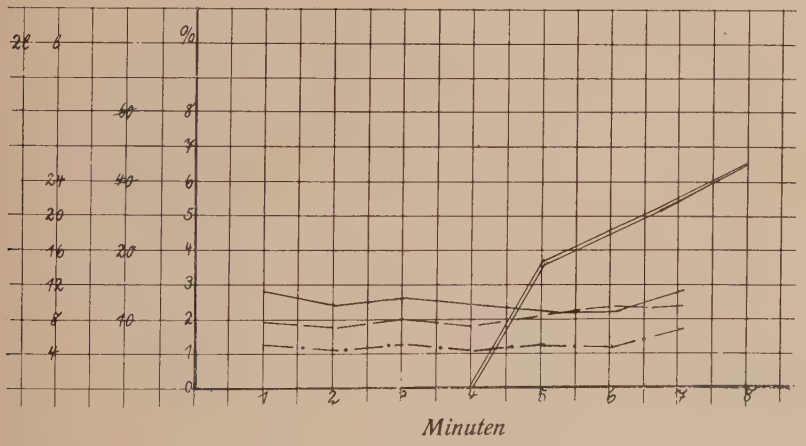
Bemerkenswert war bei den normalen Versuchspersonen die große Konstanz der Atemfrequenz vor und während der Kohlensäureatmung. Die größten gefundenen Aenderungen bewegen sich innerhalb 20 % des Normalwertes. Viele Personen zeigten keinerlei Aenderung der Atemfrequenz. Am meisten bemerkenswert ist die Vergrößerung des mittleren Atemvolumens. Dementsprechend steigt auch das Minutenvolumen. Dabei wird in den meisten Fällen die Ruhelage des Thorax etwas verschoben, so daß noch über die Ruhelage hinaus tiefer exspiriert wird und somit die Vergrößerung des mittleren Atemvolumens nicht nur durch tiefere Inspirationen allein bewirkt wird, wenn auch auf letztere der größte Anteil entfällt. Ein Beispiel für normale Reaktion auf Kohlensäure ist das Diagramm Ri.

Entgegen den Angaben in der Literatur ist bei einigen normalen Personen die Reaktion auf 1½ % CO_2 in der Einatmungsluft schon recht beträchtlich; das Maximum in unseren Versuchen ist 30 % Steigerung des mittleren Atemvolumens. Dieser Befund ist beachtenswert in Hinblick auf die Frage der



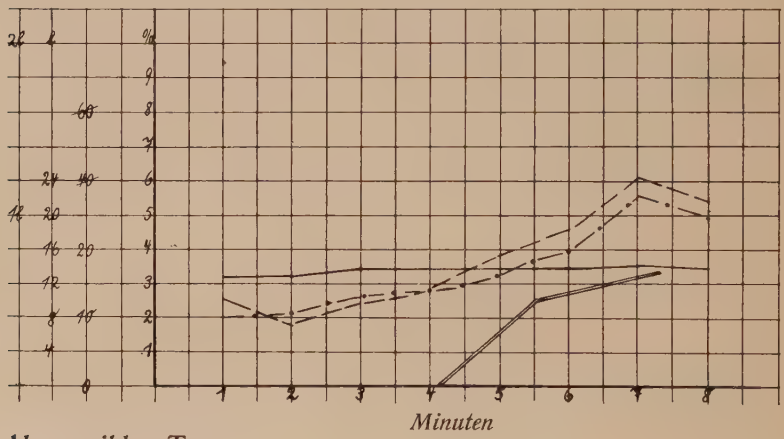
Ri. normal

Kohlensäureprozente in der Einatmungsluft
Atemfrequenz
mittleres Atemvolumen
Minutenvolumen



M. reaktionsarmer Typus

Pendelluft, um so mehr, als häufig genug der Gesamtwert des mittleren Atemvolumens recht gering ist, z. B. waren Werte von 200 ccm keine Seltenheit. Die Reaktionsweise auf CO_2-Atmung ist sehr verschieden; man kann, abgesehen von dem normalen (Diagramm Ri), einen reaktionsarmen (Diagramm Me) und einen sensiblen Typus (Diagramm Al) unterscheiden. Die sehr großen Differenzen in der Reaktionsweise gehen am besten aus den wiedergegebenen Diagrammen hervor.



Al. sensibler Typus

In Diagramm Al steigt das mittlere Atemvolumen bei ca. 4 % Kohlensäure in der Einatmungsluft auf über das Doppelte des Ausgangswertes. Bei einem Drittel der Versuchspersonen lag die Steigerung des mittleren Atemvolumens aber unter 5 % des Ausgangswertes bei 4 % CO_2. Auffallend ist die Reaktionsarmut bei der Person Me (Diagramm). Die entsprechende Atemkurve zeigte auch keine Veränderung der Ruhelage.

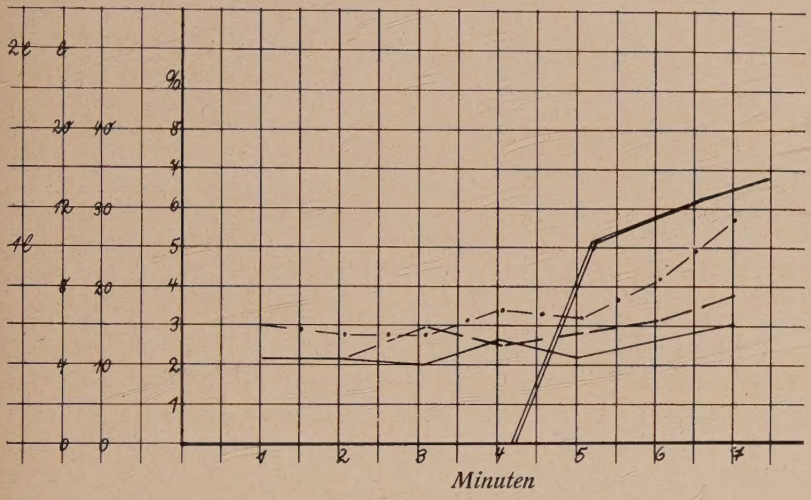
Die beobachteten Anstiege des mittleren Atemvolumens zeigen eine gleichmäßige Progression mit wechselndem Kohlensäuregehalt. Nur bei einer normalen Versuchsperson zeigten sich mit ansteigendem CO_2-Gehalt ganz unruhige Werte etwa im Sinne der Cheyne Stokeschen Atmung. Auch die Ruhelage schwankte in wellenförmigem Ablauf.

E.

Die Kohlensäureatmung bei Kranken.

a) Bei Asthma bronchiale.

Es wurden 6 Fälle geprüft. Bei allen war das klinische Bild und die Anamnese typisch. Bei Fall G handelt es sich um eine besonders schwere Erkrankung. Im Gegensatz zu den Normalpersonen sieht man die Ruhelage bei einigen Asthmatikern ansteigen (zur Inspirationslage).



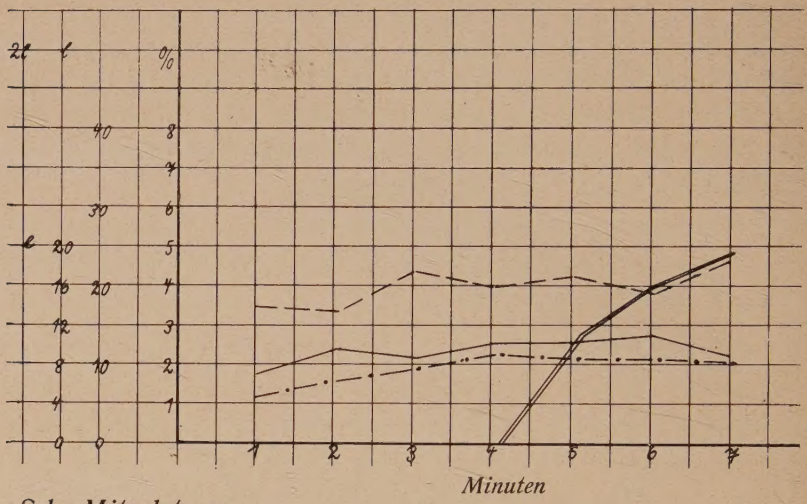
G. schwerer Fall von Asthma bronchiale.

Im Gegensatz zur Norm wird auch die Atemfrequenz in einigen Fällen beträchtlich vermehrt. Es bleiben indessen einige Fälle ganz unbeeinflußt. Das Atemvolumen wird nicht mehr als beim Normalen gesteigert. Die Aenderungen des Minutenvolumens sind entsprechend der Frequenzzunahme und der gleichzeitigen Zunahme des mittleren Atemvolumens am steilsten. Wiedergegeben ist hier ein typischer schwerer Fall, der einige der genannten Erscheinungen sehr deutlich zeigt.

b) Herzfälle.

Es wurden untersucht ein Patient mit Mitralstenose, ein weiterer mit einer Aortitis luica und ein dritter Patient mit einer kurz zuvor abgelaufenen und entfieberten Endocarditis.

Bei letzterem Fall bestand noch ein Mitralvitium und eine gewisse Schädigung des Herzmuskels. Alle drei Fälle waren in einem sehr geringen Grade dekompensiert mit noch deutlicher



Sch. Mitralstenose.

Cyanose, Oedemen und herabgesetzter Leistungsfähigkeit. Im Gegensatz zu den Angaben in der Literatur (s. oben) war die Empfindlichkeit der Reaktion auf Kohlensäureeinatmung eher geringer als in der Norm. Als Beispiel sei hier der Fall mit der Mitralstenose (Diagramm Sch.) wiedergegeben. Er ähnelt noch am meisten dem reaktionsarmen Fall Me.

Zusammenfassung.

1) Es werden einige Erfahrungen mit der klinischen Spirographie mitgeteilt.
2) Es wird eine neue Gasanalysenapparatur beschrieben.
3) Die Beeinflussung der Atmung durch CO_2 wird registriert.
4) Man kann bei den normalen Versuchspersonen einen reaktionsarmen und einen sensiblen Typus unterscheiden.
5) Asthmatiker reagieren im Gegensatz zu Normalen mit Aenderungen der Atemfrequenz, im übrigen aber wie Normale.
6) Entgegen den Angaben in der Literatur zeigten die untersuchten Herzkranken keine erhöhte Empfindlichkeit gegen Kohlensäure.

Lebenslauf.

I. Ich habe meine Erziehung im St. Joseph's College, Colombo, genossen und absolvierte dort das Cambridge Senior Local Examen. Hieran schloß sich — gleichbedeutend mit der Immatrikulation — die Eintrittsprüfung des Medical College, Colombo, Ceylon in: Englisch (Sprache, Literatur), Latein, Französisch, Mathematik, Geographie, Geschichte, Chemie und Physik.

II. Dreijährige Studien an dem Medical College, Colombo.

III. Zweieinhalbjährige Studien in dem Middlesex Hospital Medical School, London (Universität London).

IV. 1917 Erlangung der Diplome M. R. C. S. und L. R. C. P. (London), welche mich zur Ausübung des Berufes als praktischer Arzt in allen Teilen des Britischen Reiches berechtigen.

V. In demselben Jahre habe ich den Klassenpreis in praktischer Chirurgie im Middlesex Hospital, London, erlangt.

VI. Weiter war ich 1917 sechs Monate Assistenzarzt am Brompton Hospital, London, für Lungenkrankheiten und habe einige Zeit im Frimbey Sanatorium verbracht, um die Methoden der Antituberkuloseorganisation zu studieren.

VII. Dem folgte 1918 ein halbes Jahr der Tätigkeit als chirurgischer Assistent an der Royal Infirmary, Derby, England.

VIII. Anschließend ging ich als Mitarbeiter des Herrn Dr. Walker ans Borough Sanatorium, Derby, und setzte die Studien betreffs Antituberkulosearbeiten fort und wurde

IX. 1919 von der britischen Regierung zum Chefarzt am Kandana Sanatorium in Ceylon ernannt.

X. Vertretung des Chefarztes des Tuberculosis Institute, verbunden mit der Leitung der Röntgen- und Laboratoriumsabteilung.

XI. Rückkehr nach Europa und

XII. Erlangung des Diploms für Tuberkulosekrankheiten (T. D. D.) an der Universität Wales.
Klinisches Studium in London, Edinburg, Paris.

XIII. 1924 Eintragung als Mitglied des „Royal College of Physicians, Edinburg" (M. R. C. P.).

XIV. Klinisches Studium am Eppendorfer Krankenhaus, Hamburg (6 Monate) und

XV. Zwei Monate in Berlin.

XVI. Von 1925 bis 1928 bekleidete ich den Posten eines Chefarztes der Poliklinik, Bambalapitina, Ceylon.

XVII. 1928 Rückkehr nach Europa.

XVIII. 1928 immatrikulierte ich mich an der Universität Berlin. Wintersemester 1928/29.

XIX. Wintersemester 1928/29 Universität Berlin.

XX. Seit April 1929 arbeite ich wieder am Eppendorfer Krankenhaus, Hamburg.